

Une nouvelle perspective pour la maîtrise des déprédateurs du cotonnier au Paraguay : les seuils d'intervention

B. Michel

Entomologiste IRCT, Ministerio de Agricultura y Ganadería (PIEA), Av. Pta. Franco, ASUNCION, PARAGUAY

Résumé

Jusqu'à présent, la stratégie de lutte contre les ravageurs du cotonnier recommandée aux producteurs consiste à utiliser des semences traitées avec un insecticide à action endotherapique pour la protection des jeunes plantes et à réaliser un calendrier de quatre pulvérisations. Or depuis quelques années, les recherches dans le domaine phytosanitaire sont orientées vers l'élaboration d'un contrôle intégré des ravageurs. L'un des objectifs du travail réalisé actuellement au Paraguay consiste à trouver une alternative au système calendaire qui soit moins normative et mieux adaptée à la pression des déprédateurs observés au champ.

Les résultats présentés montrent qu'une telle stratégie de défense des cultures, possédant les avantages mentionnés ci-dessus, est possible en définissant des seuils d'intervention pour les principaux ravageurs que sont : *Alabama argillacea*, *Aphis gossypii*, *Pectinophora gossypiella*, *Heliothis* spp., et *Spodoptera* spp. Cette stratégie de lutte permet en outre de réduire de façon significative, dans la plupart des cas, le nombre de pulvérisations, sans perdre en rentabilité et d'assurer une protection équivalente à celle obtenue avec le système calendaire.

MOTS CLES : Paraguay, cotonnier, seuils d'intervention.

Introduction

Depuis la création en 1967 du "Proyecto de Investigación y Experimentación Algodonera" (PIEA), le Ministère de l'Agriculture paraguayen poursuit des recherches dans le domaine cotonnier avec l'appui technique de l'IRCT. Afin de pouvoir proposer aux producteurs une stratégie de lutte contre les ravageurs des cultures, les travaux ont été orientés dans les années 70 vers :

- la recherche de produits à action endotherapique pour le traitement des semences destinées aux agriculteurs, dans le but d'assurer une protection satisfaisante des plantules contre les attaques de *Thrips* et de pucerons essentiellement ;

- l'élaboration d'un calendrier de traitement qui débute environ trente jours après la germination, pour le contrôle des déprédateurs de la phase végétative et fructifère (CADOU, 1976).

Au fil des années, il a été possible de réduire le nombre des interventions phytosanitaires pour mieux adapter ce système calendaire aux réalités socio-économiques et écologiques des régions productrices (MICHEL *et al.*, 1986). La dernière modification a été apportée en 1985, date à laquelle il a été possible de passer de six à quatre pulvérisations, sans perte de rendement (MICHEL, 1984). La stratégie actuellement préconisée aux agriculteurs comprend donc deux volets complémentaires :

- l'utilisation de semences traitées avec un insecticide à

action endotherapique pour la protection des jeunes plantes ;

- la réalisation de quatre pulvérisations foliaires à effectuer à partir du 55^e jour après la levée, avec une fréquence de vingt jours.

Toutefois, si le système calendaire permet un contrôle satisfaisant des ravageurs, il représente une solution trop normative et rigide qui n'est pas modifiable en fonction de la pression parasitaire à laquelle est soumise la parcelle au moment de la pulvérisation.

Dans les conditions du Paraguay, seules quelques espèces d'insectes sont actuellement considérées comme économiquement importantes bien que de nombreuses autres soient présentes dans les cultures (MICHEL et PRUDENT, 1985) ; les pertes de récoltes occasionnées par celles-ci sont très variables suivant les régions et les parcelles ; l'un des facteurs qui semble limiter de façon non négligeable les populations de la plupart des ravageurs potentiels est la présence en abondance d'espèces auxiliaires-prédateurs et parasitoïdes (MICHEL et PRUDENT, 1987 ; MICHEL, 1989). Aussi, est-il primordial de préserver ces insectes utiles en limitant le plus possible l'emploi des insecticides de synthèse. Il est, en effet, plus facile de rompre l'équilibre biologique existant que d'essayer de le rétablir ultérieurement.

De plus, l'apparition en 1983 du "Picudo mexicain" (*Anthonomus grandis* BOH.) au Brésil dans une région

proche de la frontière avec le Paraguay constitue une véritable menace pour la culture cotonnière de ce dernier pays. Il était donc indispensable, à partir de cette date, que les travaux réalisés au Paraguay prennent en compte ce nouveau problème auquel peuvent se trouver confrontés les agriculteurs, à tous moments.

La solution qui a été envisagée consiste en l'élaboration d'une nouvelle stratégie de contrôle des déprédateurs qui prenne en compte tous les moyens disponibles, chimiques, biologiques ou culturels, présentant un intérêt même partiel pour réduire l'impact des ravageurs sur la production : cette stratégie est assimilable à un contrôle intégré.

C'est dans le contexte ainsi défini et pour les raisons

que nous venons d'évoquer, qu'en 1985 a été entrepris un programme de travail qui repose sur les seuils d'intervention, c'est-à-dire sur la surveillance des cultures en vue d'estimer périodiquement l'importance des populations des principaux ravageurs afin de décider du moment le plus opportun pour effectuer les pulvérisations.

Si dans certains pays d'Amérique du Sud une telle méthode est déjà recommandée, en particulier au Brésil (RAMOS DA CRUZ et GODOY PASSOS, 1984), en Argentine (BARRAL et ZAGO, 1983; INTA, 1986) et au Pérou (GONZALEZ BACHINI, 1982), par contre au Paraguay ce thème de recherche est nouveau et a pu être abordé en prenant en considération, entre autres, les expériences des pays que nous venons de citer.

Méthodologie

Les essais ont été mis en place sous forme de blocs dispersés dans sept localités, couvrant ainsi pratiquement l'ensemble des zones de production à l'exception du Chaco. Le nombre des blocs, par localité et par année, est indiqué dans le tableau I. Au cours des trois campagnes 1985/86, 1986/87 et 1987/88, 38 essais ont été réalisés.

Chaque bloc d'une superficie d'environ un hectare est divisé en quatre parcelles égales correspondant chacune à un objet différent. Dans trois de ces parcelles, les pulvérisations sont effectuées à partir de groupes de seuils d'intervention (bas, moyens, élevés). La quatrième correspond à un témoin traité selon le calendrier recommandé durant l'année en cours, c'est-à-dire six pulvérisations en 1985/86, quatre en 1986/87 et 1987/88 (fig.1).

Les graines utilisées sont traitées avec un fongicide et un insecticide systémique.

TABLEAU I
Répartition des implantations et nombre de blocs dispersés mis en place, par localité et par année.

Zones de production	Localités (points d'essais)	Nombre de blocs			Total
		85/86	86/87	87/88	
Nord	CONCEPCION	3	3	2	8
	CAACUPE	2	2	2	6
	CAAZAPA	2	2	2	6
Centre	CAAGUAZU	1	1	1	3
	YBYCUI	3	3	2	8
Sud	Cnel. BOGADO	2	1	2	5
	S.J. BAUTISTA	-	1	1	2
Total		13	13	12	38

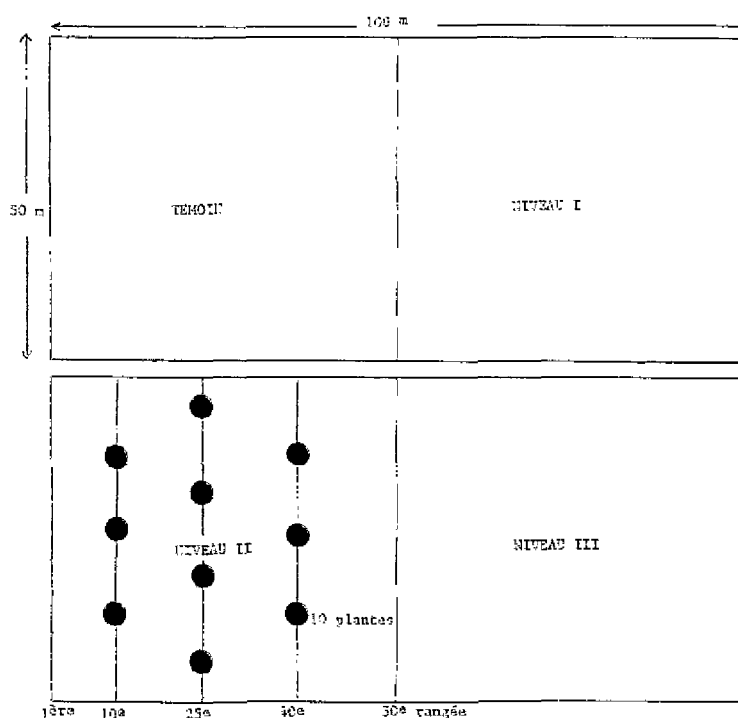


Figure 1

Schéma d'un bloc expérimental montrant la disposition des parcelles et des points d'observation.

Esquema de un bloque experimental que muestra la ubicación de las parcelas y de los puntos de observación.

LUGAR:

COOPERADOR:

FECHA DE OBSERVACION:

OBSERVACIONES A LOS 40, 47, 54 DIAS

GRUPOS DE 10 PLANTAS (5 HOYOS)	PULGONES				Nº DE LAS 20 PLANTAS OBSERVADAS	ALABAMA			
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4		Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
1					1				
					2				
					3				
2					4				
					5				
3					6				
					7				
4					8				
					9				
5					10				
					11				
6					12				
					13				
7					14				
					15				
8					16				
					17				
9					18				
					19				
10					20				
TOTALES					TOTALES				
NIVELES	55	75	95		NIVELES	5	25	45	
Nº de plantas con hojas deformadas sobre las cien observadas por parcela					Nº total de orugas sobre las veinte plantas observadas por parcela				

LUGAR:

COOPERADOR:

FECHA DE OBSERVACION:

OBSERVACIONES A LOS 61, 68, 75 DIAS

GRUPOS DE 10 PLANTAS (5 HOYOS)	PULGONES				Nº DE LAS 20 PLANTAS OBSERVADAS	ALABAMA				HELIOTIS + SPODOPTERA EN LAS 20 PLANTAS OBSERVADAS				GRUPOS DE 10 FLORES OBSERVADAS	CRUJA ROSADA EN LAS FLORES				
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4		Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4		Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	
1					1									1					
2					2									2					
3					3									3					
4					4									4					
5					5									5					
6					6									6					
7					7									7					
8					8									8					
9					9									9					
10					10									10					
TOTALES					TOTALES									TOTALES					
NIVELES	55	75	95		NIVELES	5	25	45		5	20	35		NIVELES	5	20	35		
Nº de plantas con hojas deformadas sobre las 100 observadas por parcela					Nº total de orugas de Ala- bama sobre las 20 plantas observadas por parcela					Nº de orugas de Heliothis y Spodoptera sobre las 20 plantas observadas por par- cela (hijas, botones florales, flores)					Nº de orugas rosadas en las 100 flores observadas por parcela				

Figure 2a

Fiches utilisées pour les observations à 40, 47, 54, 61, 68 et 75 jours après la levée.

Fichas utilizadas para las observaciones en los 40^a, 47^a, 54^a, 61^a, 68^a y 75^a días después de la emergencia.

LUGAR:

COOPERADOR:

FECHA DE OBSERVACION:

OBSERVACIONES A LOS 82, 89 DIAS

Nº DE LAS 20 PLANTAS OBSERVADAS	ALABAMA				HELIOTIS + SPIDOPTERA				GRUPO DE 10 FLORES OBSERVADAS	ORUGA ROSADA EN LAS FLORES				GRUPO DE 10 CAPSULAS JOVENES	PLAGAS DE LAS CAPSULAS			
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4		Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4		Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
1									1					1				
2									2					2				
3									3					3				
4									4					4				
5									5					5				
6									6					6				
7									7					7				
8									8					8				
9									9					9				
10									10					10				
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
TOTALES									TOTALES					TOTALES				
NIVELES	5	25	45		5	20	35		NIVELES	5	20	35		NIVELES	5	15	25	

Nº total de orugas de Alabama sobre las 20 plantas observadas por parcela

Nº de orugas de Heliothis y Spodoptera sobre las 20 plantas observadas por parcela (hojas, botones florales, flores)

Nº de orugas rosadas en las 100 flores observadas por parcela

Nº de cápsulas atacadas sobre las 100 recolectadas por parcela

LUGAR:

COOPERADOR:

FECHA DE OBSERVACION:

OBSERVACIONES A LOS 96, 103, 110, 117 DIAS

Nº DE LAS 20 PLANTAS OBSERVADAS	ALABAMA				GRUPO DE 10 CAPSULAS JOVENES	PLAGAS DE LAS CAPSULAS			
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4		Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
1					1				
2					2				
3					3				
4					4				
5					5				
6					6				
7					7				
8					8				
9					9				
10					10				
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
TOTALES					TOTALES				
NIVELES	5	25	45		NIVELES	5	15	25	

Nº total de orugas de Alabama sobre las 20 plantas observadas por parcela

Nº de cápsulas atacadas sobre las 100 recolectadas por parcela

Figure 2b

Fiches utilisées pour les observations à 82, 89, 96, 103 et 117 jours après la levée.

Fichas utilizadas para las observaciones en los 82º, 96º, 103º, 110º y 117º días después de la emergencia.

B. Michel

Cot. Fib. Trop., 1989, vol. XLIV, fasc. 2 — 131

Dans chaque parcelle, des observations hebdomadaires sont réalisées du 40^e au 117^e jour de végétation, sur dix séries de dix plantes marquées à l'avance et réparties comme indiqué sur la figure 1. Les résultats des comptages sont notés sur des fiches d'observations (fig. 2a et 2b).

Lorsque au moins un des seuils est atteint ou dépassé, la parcelle correspondante est traitée dans un délai ne devant pas excéder 24 heures.

L'estimation des populations ou des dégâts pour les principaux ravageurs observés au Paraguay est effectuée de la façon suivante.

- *Aphis gossypii* : comptage, du 40^e au 75^e jour après la levée, des pieds présentant des symptômes importants d'attaque, feuilles déformées et présence de colonies aphidiennes sur les dix plantes de chaque série ;
- *Alabama argillacea* : comptage des chenilles présentes sur les deux premières plantes de chaque série, du 40^e au 117^e jour après la levée ;
- *Heliothis spp.* et *Spodoptera spp.* : dénombrement des chenilles, toutes espèces confondues, présentes sur les mêmes plantes qu'*Alabama*, du 61^e au 89^e jour après la levée ;
- *Pectinophora gossypiella* sur fleurs : examen de 10 fleurs au niveau de chaque point d'observation, du 61^e au 89^e jour après la levée ;
- les dégâts sur capsules sont estimés à partir de l'analyse de 10 capsules vertes récoltées sur la rangée située à droite de celle où se trouvent les points d'observation, du 82^e au 117^e jour après la levée, sans différencier les types d'attaques, c'est-à-dire tous ravageurs confondus.

Pour chacun des déprédateurs ou dégâts observés, les seuils à atteindre pour effectuer une pulvérisation sont les suivants.

1^{er} groupe de seuils

- *A. gossypii* : 55% de plantes attaquées ;
- *A. argillacea* : pour ce ravageur, nous avons dû faire varier légèrement le seuil au cours des trois campagnes

d'expérimentation, les premiers niveaux choisis s'étant avérés trop élevés, 1985/86 : 10 chenilles sur 20 plantes du 40^e au 75^e jour, puis 20 jusqu'à la fin des observations ; 1986/87 : 10 chenilles pour toute la campagne sur 20 plantes ; 1987/88 : 5 chenilles pour toute la campagne sur 20 plantes ;

- *Heliothis-Spodoptera* : 5 chenilles sur 20 plantes ;
- *P. gossypiella* sur fleurs : 5% d'attaque ;
- dégâts sur capsules : 5% d'attaque.

2^e groupe de seuils

- *A. gossypii* : 75% de plantes attaquées ;
- *A. argillacea* : 1985/86, 30 puis 40 chenilles ; 1986/87 et 1987/88, 25 chenilles ;
- *Heliothis-Spodoptera* : 20 chenilles ;
- *P. gossypiella* sur fleurs : 20% d'attaque ;
- dégâts sur capsules : 15% d'attaque.

3^e groupe de seuils

- *A. gossypii* : 95% de plantes attaquées ;
- *A. argillacea* : 1985/86, 50 puis 60 chenilles ; 1986/87, 40 chenilles ; 1987/88, 45 chenilles ;
- *Heliothis-Spodoptera* : 35 chenilles ;
- *P. gossypiella* sur fleurs : 35% d'attaque ;
- dégâts sur capsules : 25% d'attaque.

Afin d'alléger le texte et d'en faciliter la compréhension, chacun des groupes de seuils précédemment décrits sera présenté ainsi par la suite : niveau 1 (N1), niveau 2 (N2) et niveau 3 (N3), sans différencier les années.

Les bilans économiques ont été calculés en estimant à 240 Guaranies (G) le kilogramme de coton-graine acheté à l'agriculteur et à 12.000 G le prix du traitement d'un hectare de culture.

Les résultats des analyses de variances sont donnés avec un seuil de probabilité de 1%.

Résultats

Les tableaux 2 et 3 présentent, pour les trois campagnes, les résultats obtenus dans chacune des sept localités.

En ce qui concerne les rendements, on constate qu'avec le niveau 1 ils ont varié par rapport au témoin et suivant les lieux de 65,7% (C. Bogado, 1986/87) à 118,3% (Concepción, 1986/87). Dans les parcelles correspondant au niveau 2, ces écarts extrêmes ont été obtenus à Caacupé en 1986/87 avec 65,4% et à Concepción la même année avec 119,1%. Enfin pour le niveau 3, les plus grandes différences avec le témoin ont été de 63,2% à C. Bogado en 1986/87 et de 111,1% à Caaguazú en 1987/88. Cependant, il convient de signaler ici que les différences observées entre

les rendements des parcelles d'un même essai ne sont pas uniquement imputables à l'action des déprédateurs. Il va de soi que les variations de la fertilité du sol influencent également beaucoup les résultats, plus particulièrement avec le dispositif expérimental adopté. Par exemple à C. Bogado, en 1986/87, nous avons obtenu dans le niveau 1 seulement 65,7% du rendement du témoin avec un plus grand nombre de traitements. A l'inverse, toujours pour le niveau 1, à Concepción la même année le rendement a été de 118,3% supérieur à celui du témoin avec seulement une pulvérisation. Les observations de terrain ont montré par ailleurs que les degrés d'attaque des différentes parcelles étaient sensiblement les mêmes.

TABEAU 2
Rendements et nombres de pulvérisations en fonction des années et des lieux.

Campagnes	Localités	Témoin		N1		N2		N3	
		Rdt. kg/ha	Pulv. n	Rdt. % T	Pulv. n	Rdt. % T	Pulv. n	Rdt. % T	Pulv. n
1985/86	CONCEPCION	3069	6	100,3	5,0	92,7	3,0	73,7	2,3
	CAACUPE	2360	6	115,3	1,0	104,7	0,5	108,5	0,0
	CAAZAPA	1260	6	80,2	2,5	104,0	2,0	103,2	1,0
	CAAGUAZU	1300	6	90,8	3,0	92,3	2,0	87,7	2,0
	YBYCUI	1244	6	94,0	3,0	91,9	1,0	92,2	0,3
	C.BOGADO	591	6	77,5	3,5	84,3	1,5	73,3	1,0
	Moyennes	1736	6	98,8	3,2	96,3	1,7	88,4	1,1
1986/87	CONCEPCION	1622	4	118,3	3,0	119,1	3,0	100,0	1,7
	CAACUPE	1502	4	76,2	4,0	65,4	2,5	67,1	1,5
	CAAZAPA	1254	4	102,6	2,0	93,1	0,5	82,4	0,0
	CAAGUAZU	720	4	88,9	1,0	100,0	0,0	94,4	0,0
	YBYCUI	1736	4	83,8	3,0	87,7	2,0	83,4	1,3
	C.BOGADO	1763	4	65,7	6,0	104,2	2,0	63,2	3,0
	S.J.BAUTISTA	1746	4	116,4	5,0	107,2	5,0	76,2	4,0
	Moyennes	1524	4	94,9	3,2	96,4	2,1	82,9	1,5
1987/88	CONCEPCION	2799	4	100,5	4,5	93,3	3,0	83,7	2,0
	CAACUPE	2795	4	100,5	3,5	109,5	2,5	106,8	1,5
	CAAZAPA	1851	4	82,1	0,0	91,4	0,0	76,3	0,0
	CAAGUAZU	2763	4	101,3	6,0	89,1	1,0	111,1	1,0
	YBYCUI	1710	4	97,1	2,5	80,7	2,5	88,3	2,0
	C.BOGADO	1790	4	94,5	1,5	94,4	0,5	97,2	0,5
	S.J.BAUTISTA	1120	4	100,0	2,0	92,9	1,0	103,6	1,0
	Moyennes	2148	4	96,6	2,7	94,5	1,5	94,0	1,2
3 Campagnes	Moyennes	1750	4,6	96,2	3,1	95,5	1,8	89,4	1,3

TABEAU 3
Bilans économiques en fonction des années et des lieux.

Campagnes	Localité	Témoin bénéfices G/ha	Bilans économiques en % de T		
			N1	N2	N3
1985/86	CONCEPCION	664640	102,1	97,3	77,5
	CAACUPE	483600	132,5	121,3	127,0
	CAAZAPA	230400	92,2	126,0	130,2
	CAAGUAZU	240000	103,0	110,0	104,0
	YBYCUI	226560	107,9	115,8	119,7
	C.BOGADO	69840	97,1	145,4	131,7
	Moyennes	344714	108,4	110,4	103,1
1986/87	CONCEPCION	341360	124,4	125,2	108,2
	CAACUPE	312480	72,5	65,8	71,7
	CAAZAPA	252960	112,4	108,4	98,0
	CAAGUAZU	124800	113,5	138,5	130,8
	YBYCUI	368720	84,9	92,6	89,9
	C.BOGADO	375120	54,9	111,1	61,7
	S.J.BAUTISTA	371040	115,3	104,9	73,1
	Moyennes	317852	97,1	102,8	89,8
1987/88	CONCEPCION	623760	99,6	94,7	86,2
	CAACUPE	622800	101,5	113,1	112,1
	CAAZAPA	396120	98,0	102,4	76,8
	CAAGUAZU	615120	97,5	94,2	117,8
	YBYCUI	362400	101,7	83,1	93,4
	C.BOGADO	381600	101,7	106,3	107,9
	S.J.BAUTISTA	220800	110,9	107,6	120,7
	Moyennes	467440	99,7	100,2	100,7
3 Campagnes	Moyennes	374280	101,7	104,2	98,3

De la comparaison des moyennes annuelles, tous lieux confondus, il ressort qu'avec les niveaux 1 et 2 les pertes de récolte les plus importantes par rapport au témoin sont respectivement de 5,1% (1986/87) et de 5,5% (1987/88) alors que pour le niveau 3 ce chiffre est de 17,1% (1986/87). Les rendements moyens de chaque année montrent donc une tendance à la diminution de la quantité de coton-graine récoltée par unité de surface parallèlement à l'augmentation des seuils de traitement. Ce phénomène est surtout marqué entre les niveaux 2 et 3 pour lesquels on enregistre une différence globale sur l'ensemble des trois

campagnes de 6,1%. Par contre, l'écart n'est que de 0,7% entre les niveaux 1 et 2.

D'autre part, les pertes de rendement sur l'ensemble des trois campagnes sont supérieures à 5% du témoin seulement dans le cas du niveau 3, où elles atteignent 10,6%.

Toutefois, malgré ces variations dans les rendements, l'analyse de variance (tableau 4) n'a pas permis de mettre en évidence des différences significatives entre les objets comparés.

TABLEAU 4

Résultats des analyses de variances.

Objet	Rendements kg/ha			Nb. pulvérisations			Bilans économiques G/ha		
	85/86	86/87	87/88	85/86	86/87	87/88	85/86	86/87	87/88
T	1736	1524	2148	6,0 B	4,0 B	4,0 C	344714	317852	467440
N1	1715	1447	2076	3,2 B	3,2 B	2,7 B	373791	308529	466180
N2	1671	1469	2030	1,7 A	2,1 A	1,5 A	380640	326603	466300
N3	1535	1263	2019	1,1 A	1,5 A	1,2 A	355440	285526	470500
CV	16,2	19,9	12,3	26,6	34,9	39,1	18,3	22,1	31,0
Fb	53,3	7,8	36,7	4,3	4,4	4,0	49,6	6,8	4,2
Ft	1,5	2,1	0,63	99,4*	18,4*	22,7*	0,3	0,9	0,6

(1)* : significatif à $P = 1\%$

Si on examine à présent le nombre de pulvérisations effectuées en fonction des groupes de seuils, on se rend compte qu'en règle générale celui-ci est inférieur à quatre. Le fait d'intervenir dans la parcelle à partir de seuils préétablis permet donc le plus souvent de réduire la protection phytosanitaire, ce qui est un des buts recherchés. Avec le niveau 1, ce nombre est inférieur à quatre dans 57,9% des cas. Pour les niveaux 2 et 3, les taux sont respectivement de 94,7% et 97,4%. Il est également important de mentionner que certaines années, pour un niveau donné, aucun des seuils d'intervention n'a été atteint. Aucun traitement n'a donc été effectué sur les parcelles correspondantes et, cependant, les pertes de récolte moyennes enregistrées par rapport au témoin, ne sont pas supérieures à celles des parcelles ayant reçu une ou plusieurs applications d'insecticide.

Les moyennes annuelles et générales indiquent que la diminution du nombre de pulvérisations est surtout marquée pour les niveaux 2 et 3.

Enfin, les analyses de variances (tableau 4) mettent en évidence des différences significatives entre les objets

pour les trois années d'expérimentation. Dans ce cas, les niveaux 2 et 3 se détachent nettement.

Finalement, une estimation des bénéfices obtenus par l'agriculteur a été calculée en ne prenant en compte que le coût de la protection phytosanitaire.

Les autres coûts de production étant par ailleurs sensiblement les mêmes pour chacun des objets comparés.

Des données présentées dans le tableau 3, il ressort que les écarts observés par rapport au témoin en fonction des niveaux, ne sont vraiment importants que dans un petit nombre de cas, d'ailleurs aussi bien dans le sens des pertes que des gains. Pour les niveaux 1, 2 et 3, les nombres de fois où les bénéfices ont été supérieurs à ceux obtenus dans le témoin, exprimés en %, sont respectivement de 65,70 et 55. Il est donc important de signaler ici le bon comportement de tous les niveaux et plus particulièrement du niveau 2, bien qu'aucune différence statistiquement significative ne soit mise en évidence par l'analyse de variance (tableau 4).

Discussion et conclusion

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'un des buts fixés en commençant le travail présenté ici était de chercher une méthode de contrôle des ravageurs qui permette de diminuer ou du moins de rationaliser l'emploi des insecticides de synthèse, sans pour autant affecter les revenus de l'agriculteur.

En examinant les résultats des trois premières campagnes d'expérimentation, on se rend compte que l'utilisation des seuils d'intervention correspondant au niveau 2 permet d'atteindre un tel objectif.

En effet, les rendements obtenus avec le niveau 3 sont

nettement inférieurs à ceux du témoin et des niveaux 1 et 2, tout au moins pour les deux premières années où l'on enregistre des pertes de récolte supérieures à 10% par rapport aux parcelles traitées sur calendrier. Il faut mentionner qu'en 1987/88, la pression parasitaire a été très faible tout au long de la campagne (MICHEL, 1988) ; ceci explique que les différences observées cette année là entre les objets aient été estompées. Seuls les niveaux 1 et 2 permettent donc d'obtenir une protection satisfaisante des cultures dans les conditions de pression parasitaire moyenne ou forte. Les seuils du niveau 3 correspondent, par conséquent, à des populations de ravageurs trop importantes et sont inadéquats pour assurer un bon état sanitaire des plantations.

Pour la couverture phytosanitaire, les résultats indiquent que suivant les lieux et les années il est possible de réduire le nombre des applications voire même de n'en réaliser aucune, sans perte de rendement.

Cette réduction du nombre de traitements est surtout marquée pour les niveaux 2 et 3 sur l'ensemble des campa-

gues. Toutefois, comme nous venons de le signaler, elle est trop importante avec le niveau 3 et ne permet pas de maintenir l'incidence des ravageurs à un niveau acceptable, contrairement au niveau 2.

Enfin, le calcul des bilans économiques en fonction du prix de vente du kilogramme de coton-graine et du coût de la protection insecticide effectuée, montre que tous les niveaux comparés sont équivalents au témoin, mais fait ressortir plus particulièrement le bon comportement du niveau 2.

En conclusion, il apparaît qu'un système de protection des cultures basé sur les seuils d'intervention est possible dans le contexte de production existant actuellement au Paraguay. Les seuils correspondant au niveau 2 utilisé en 1986/87 et 1987/88 sont applicables et permettent d'assurer une protection satisfaisante des cultures. Cependant, il est nécessaire de prolonger l'expérimentation sur plusieurs années pour accumuler des données dans des conditions de parasitisme et de milieu ambiant plus diversifiées, afin d'affiner les résultats et de les vérifier.

Références bibliographiques

- BARRAL J.M., ZAGO L.B., 1983. - Programa para el manejo integrado de insectos y ácaros en algodón. INTA, EERA, Boletín n°71, 2ª ed., Pres. Roque Sáenz Peña, Argentina, 32 p.
- CADOU J., 1976. - Rapport de mission au Paraguay (11 janvier-10 février 1976). Problèmes phytosanitaires du cotonnier. Rapport IRCT, non publié, 48p.
- GONZALEZ BACHINI J.E., 1982. - Manual de evaluación y control de insectos y ácaros del algodón. Boletín técnico n°1, FUNDEAL, Lima, Péru, 71p.
- INTA, 1986. - Manual de practicas para el cultivo de algodón. EEA, Pres. Roque Sáenz Peña, Argentina, 88 p.
- MICHEL B., 1984. - Informe final de consultoria. IICA/MAG, Asunción, Paraguay, non publié, 284 p.
- MICHEL B., 1988. - Rapport annuel d'entomologie, campagne 87/88, IRCT, non publié, 128 p.
- MICHEL B., 1989 - Nouvelle contribution à la connaissance des insectes et arachnides rencontrés en culture cotonnière au Paraguay. *Cot. Fib. Trop.*, 44, 1.
- MICHEL B., PRUDENT P., 1985. - Acariens et insectes déprédateurs du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au Paraguay. *Cot. Fib. Trop.*, 40, 4, 219-224.
- MICHEL B., PRUDENT P., 1987. - Prédateurs et parasitoïdes des ravageurs du cotonnier au Paraguay. *Cot. Fib. Trop.*, 42, 3, 165-168.
- MICHEL B., FOLLIN J.C., PRUDENT P., 1986. - Nouvelle orientation de la recherche cotonnière au Paraguay. Proc. 4^e congrès sur la protection de la santé humaine et des cultures en milieu tropical (2-4 juillet 1986), Marseille, France, 70-75.
- RAMOS DA CRUZ V., GODOY PASSOS S.M., 1984. - Defensivos recomendados para o controle integrado das pragas do algodoeiro. Comunicado Técnico n°41, CECOR-DEXTRU/CATI, Campinas, Brésil, 11p.

Una nueva perspectiva para el control de las plagas del algodón en Paraguay : los umbrales de intervención

B. Michel

Entomólogo, IRCT, Ministerio de Agricultura y Ganadería (PIEA), Av. Pte Franco, ASUNCION, PARAGUAY.

Resumen

Hasta la fecha, la estrategia de lucha contra las plagas del algodón que se recomienda a los productores consiste en utilizar semillas tratadas con un insecticida endoterápico para proteger a las plantas jóvenes y elaborar un calendario de cuatro pulverizaciones. Sin embargo, desde hace algunos años, las investigaciones en el campo fitosanitario están orientadas hacia la elaboración de un control integrado de las plagas. Uno de los objetivos de las investigaciones que se están llevando en Paraguay consiste en sustituir al método del calendario un método menos normativo y más eficaz contra los daños ocasionados a los cultivos.

Los resultados que expondremos más adelante muestran que se puede elaborar una estrategia de defensa de los cultivos que tenga las propiedades arriba mencionadas, a condición de determinar umbrales de intervención para las principales plagas, a saber : *Aiabara argillacea*, *Aphis gossypii*, *Pectinophora gossypiella*, *Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp. Además, este método de control permite reducir considerablemente, en la mayoría de los casos, el número de pulverizaciones sin perjudicar a la rentabilidad, y asegurar una protección tan eficaz como la del método del calendario.

PALABRAS CLAVE : Paraguay, algodón, umbrales de intervención.

Introducción

Desde la creación, en 1967, del Proyecto de Investigación y Experimentación Algodonera (PIEA) el Ministerio de Agricultura de Paraguay está realizando investigaciones sobre el algodón con el apoyo técnico del IRCT. Con el fin de proponer a los productores una estrategia de lucha contra las plagas de los cultivos, en los años 70 los estudios fueron orientados hacia :

- la elaboración de productos endoterápicos para tratar las semillas destinadas a los productores y proteger eficazmente las plántulas contra los ataques de los Trips y de los pulgones en particular ;

- la elaboración de un calendario de tratamiento que empiece unos treinta días después de la germinación, para el control de las plagas que intervienen durante el estadio vegetativo y la fructificación (CADO, 1976).

Con los años, se logró reducir el número de intervenciones fitosanitarias para adaptar mejor el método del calendario a las características socio-económicas y ecológicas de las regiones productoras (MICHEL *et al.* 1986). La última modificación se hizo en 1985, cuando se logró efectuar cuatro pulverizaciones en vez de seis, sin perjudicar al rendimiento (MICHEL, 1984). Por lo tanto, la estrategia que se recomienda hoy en día a los agricultores comprende dos etapas complementarias :

- utilizar semillas tratadas con un insecticida endoterápico

para proteger a las plantas jóvenes :

- efectuar, cada 20 días, cuatro pulverizaciones foliares a partir del 55º día después de la emergencia.

Si bien permite un control eficaz de las plagas, el método del calendario es demasiado normativo y rígido ya que no se puede modificar en función de la presión parasitaria a la que está sometida la parcela en el momento de la pulverización.

Dadas las condiciones que prevalecen en Paraguay, solo algunas especies de insectos se consideran como importantes desde el punto de vista económico, aunque muchas otras especies están presentes en los cultivos (MICHEL y PRUDENT, 1985). Las pérdidas de cosechas que éstas ocasionan varían según las regiones y las parcelas. Uno de los factores que parece limitar considerablemente las poblaciones de la mayor parte de las plagas potenciales es la profusión de especies auxiliares, predadores y parasitoides (MICHEL y PRUDENT, 1987 ; MICHEL, 1989). Conviene, para preservar estos insectos útiles, reducir lo más posible el empleo de insecticidas de síntesis, ya que es más fácil romper el equilibrio ecológico que tratar de restablecerlo.

Además, la aparición en 1983 del "picudo mexicano" (*Anthonomus grandis* BOH.) en una región de Brasil que colinda con Paraguay es una verdadera amenaza para el

cultivo algodónero de este país. Por lo tanto, era imprescindible que a partir de 1983 las investigaciones llevadas a cabo en Paraguay tomaran en cuenta este nuevo problema que puede plantearse en cualquier momento a los agricultores.

La solución propuesta consiste en elaborar una nueva estrategia de control de las plagas que se valga de todos los medios existentes - químicos, biológicos o culturales - que presentan un interés, aunque parcial, para la reducción del impacto de las plagas sobre la producción. Dicha estrategia equivale a un control integrado.

Dado el contexto que acabamos de describir y las

razones evocadas, en 1985 se emprendió un programa de trabajo basado en los umbrales de intervención, es decir en la observación de los cultivos con el fin de evaluar periódicamente las poblaciones de las principales plagas y determinar el momento más oportuno para efectuar las pulverizaciones.

Si bien este método se recomienda ya en algunos países de América latina, sobre todo en Brasil (RAMOS DA CRUZ y GODOY PASSOS, 1984), en Argentina (BARRAL y ZAGO, 1983 ; INTA, 1986) y en Perú (GONZALEZ BACHINI, 1982), este tipo de investigación es nuevo en Paraguay y pudimos abordarlo tomando en cuenta, entre otros, a los tratamientos de los países arriba mencionados.

Metodología

Los tratamientos han sido efectuados en bloques dispersos en siete localidades, de manera a cubrir casi todas las zonas de producción, con excepción del Chaco. El número de bloques, por localidad y por año, está indicado en el cuadro 1. Durante las tres campañas 1985/86, 1986/87 y 1987/88 se llevaron a cabo 38 tratamientos.

CUADRO 1

Repartición de los ensayos y números de bloques dispersos, por localidad y por año.

Zonas de producción	Localidades (puntos de experimentos)	Número de bloques			Total
		85/86	86/87	87/88	
Norte	CONCEPCION	3	3	2	8
	CAACUPE	2	2	2	6
	CAAZAPA	2	2	2	6
Centro	CAAGUAZU	1	1	1	3
	YBYCUI	3	3	2	8
Sur	Cnel. BOGADO	2	1	2	5
	S.J. BAUTISTA	-	1	1	2
Total		13	13	12	38

Cada bloque, de una superficie de 1 hectárea aproximadamente, está dividido en cuatro parcelas iguales que corresponden a un tratamiento diferente. En tres parcelas, las pulverizaciones se efectúan a partir de grupos de umbrales de intervención (bajos, medianos y altos) ; la cuarta parcela constituye una parcela-testigo tratada según el calendario recomendado durante la campaña en curso, es decir seis pulverizaciones en 1985/86, cuatro en 1986/87 y en 1987/88 (fig. 1).

Se utilizan semillas tratadas con un fungicida y un insecticida sistémico.

En cada parcela se observa una vez por semana, desde el 40º hasta el 117º día del cultivo, el comportamiento de diez series de diez plantas prealablemente marcadas y repartidas como indicado en el gráfico 1. Se anotan los resultados en fichas de observaciones (graf. 2a y 2b).

Una vez alcanzado o superado por lo menos uno de los umbrales, cada parcela está tratada dentro de un plazo que no tiene que superar las 24 horas.

Para evaluar las poblaciones o los daños de las principales plagas observadas en Paraguay, se procede de la manera siguiente :

- *Aphis gossypii* : desde el 40º hasta el 75º día después de la emergencia, se cuenta el número de plantas que presentan síntomas importantes de ataques, hojas deformadas y colonias de áfidos, en las diez plantas de cada serie ;

- *Alabama argillacea* : desde el 40º hasta el 75º día después de la emergencia, se cuenta el número de orugas presentes en las dos primeras plantas de cada serie ;

- *Heliothis spp.* y *Spodoptera spp.* : desde el 61º hasta el 89º día después de la emergencia, se cuenta todas las orugas presentes en las mismas plantas que anteriormente ;

- *Pectinophora gossypiella* en las flores : desde el 61º hasta el 89º día después de la emergencia, se examina a 10 flores en cada punto de observación ;

- para evaluar los daños sufridos por las cápsulas, desde el 82º hasta el 117º día después de la emergencia, se examina a las 10 cápsulas verdes cosechadas en la línea ubicada a la derecha de la línea donde se encuentran los puntos de observación, tomando en cuenta los ataques de todos las plagas.

Para cada plaga daño observado, los umbrales que hay que alcanzar para efectuar una pulverización son los siguientes :

primer grupo de umbrales

- *A. gossypii* : el 55% de las plantas atacadas ;

- *A. argillacea* : para esta plaga, tuvimos que modificar levemente el umbral durante las tres campañas de experimentación, ya que los primeros niveles seleccionados fueron demasiado altos : 1985/86 : 10 orugas en 20 plantas

B. Michel

Col. Fib. Trop., 1989, vol. XLIV, fasc. 2 — 137

desde el 40º hasta el 75º día, luego 20 hasta el final del tratamiento : 1986/87 : 10 orugas en 20 plantas durante la totalidad de la campaña :

1987/88 : 5 orugas en 20 plantas durante toda la campaña :

- *Heliothis-Spodoptera* : 5 orugas en 20 plantas ;
- *P. gossypiella* en las flores : el 5% de ataques ;
- daños en las cápsulas : el 5% de ataques.

segundo grupo de umbrales

- *A. gossypii* : el 75% de plantas atacadas ;
- *A. argillacea* : 1985/86, 30 orugas, luego 40 : 1986/87 y 1987/88, 25 orugas ;
- *Heliothis-Spodoptera* : 20 orugas ;
- *P. gossypiella* en las flores : el 20% de ataques ;
- daños en las cápsulas : el 15% de ataques.

tercer grupo de umbrales

- *A. gossypii* : el 95% de plantas atacadas ;

- *A. argillacea* : 1985/86, 50 orugas, luego 60 : 1986/87, 40 orugas : 1987/88, 45 orugas ;
- *Heliothis-Spodoptera* : 35 orugas ;
- *P. gossypiella* en las flores : el 35% de ataques ;
- daños en las cápsulas : el 25% de ataques.

Para aligerar el texto y facilitar su comprensión, presentaremos a continuación cada uno de los umbrales descritos anteriormente de la manera siguiente : nivel 1 (N1), nivel 2 (N2) y nivel 3 (N3), cualquiera que sea la campaña.

Hemos calculado los balances económicos sobre la base de 240 guaraníes (G) el kilo de algodón en rama comprado al agricultor y de 12 000 G el costo del tratamiento de 1 hectárea de cultivo.

Los resultados de los análisis de variancia comprenden un margen de error del 1%.

Resultados

Los cuadros 2 y 3 indican los resultados obtenidos en las siete localidades durante las tres campañas.

Al comparar los rendimientos del nivel 1 con los de la parcela-testigo observamos que diferencia se sitúa, según

CUADRO 2
Rendimientos y número de pulverizaciones en función de los años y de las localidades.

Campañas	Localidades	Parcela-test		N1		N2		N3	
		Rdt. kg/ha	Pulv. n	Rdt. % T*	Pulv. n	Rdt. % T	Pulv. n	Rdt. % T	Pulv. n
1985/86	CONCEPCION	3069	6	100.3	5.0	92.7	3.0	73.7	2.3
	CAACUPE	2360	6	115.3	1.0	104.7	0.5	108.5	0.0
	CAAZAPA	1260	6	80.2	2.5	104.0	2.0	103.2	1.0
	CAAGUAZU	1300	6	90.8	3.0	92.3	2.0	87.7	2.0
	YBYCUI	1244	6	94.0	3.0	91.9	1.0	92.2	0.3
	C.BOGADO	591	6	77.5	3.5	84.3	1.5	73.3	1.0
	Promedios	1736	6	98.8	3.2	96.3	1.7	88.4	1.1
1986/87	CONCEPCION	1622	4	118.3	3.0	119.1	3.0	100.0	1.7
	CAACUPE	1502	4	76.2	4.0	65.4	2.5	67.1	1.5
	CAAZAPA	1254	4	102.6	2.0	93.1	0.5	82.4	0.0
	CAAGUAZU	720	4	88.9	1.0	100.0	0.0	94.4	0.0
	YBYCUI	1736	4	83.8	3.0	87.7	2.0	83.4	1.3
	C.BOGADO	1763	4	65.7	6.0	104.2	2.0	63.2	3.0
	S.J.BAUTISTA	1746	4	116.4	5.0	107.2	5.0	76.2	4.0
	Promedios	1524	4	94.9	3.2	96.4	2.1	82.9	1.5
1987/88	CONCEPCION	2799	4	100.5	4.5	93.3	3.0	83.7	2.0
	CAAZAPA	1851	4	82.1	0.0	91.4	0.0	76.8	0.0
	CAAGUAZU	2763	4	101.3	6.0	89.1	1.0	111.1	1.0
	YBYCUI	1710	4	97.1	2.5	80.7	2.5	88.3	2.0
	C.BOGADO	1790	4	94.5	1.5	94.4	0.5	97.2	0.5
	S.J.BAUTISTA	1120	4	100.0	2.0	92.9	1.0	103.6	1.0
	Promedios	2148	4	96.6	2.7	94.5	1.5	94.0	1.2
3 Campañas	Promedios	1750	4.6	96.2	3.1	95.5	1.8	89.4	1.3

* parcela-testigo

CUADRO 3
Balances económicos en función de los años y de las localidades.

Campañas	Localidades	Pare-Test beneficios G/ha	Balances económicos en % de la Parcela testigo		
			N1	N2	N3
1985/86	CONCEPCION	664640	102.1	97.3	77.5
	CAACUPE	483600	132.5	121.3	127.0
	CAAZAPA	230400	92.2	126.0	130.2
	CAAGUAZU	240000	103.0	110.0	104.0
	YBYCUI	226560	107.9	115.8	119.7
	C.BOGADO	69840	97.1	145.4	131.7
	Promedios	344714	108.4	110.4	103.1
1986/87	CONCEPCION	341360	124.4	125.2	108.2
	CAACUPE	312480	72.5	5.8	71.7
	CAAZAPA	252960	112.4	108.4	98.0
	CAAGUAZU	124800	113.5	138.5	130.8
	YBYCUI	368720	84.9	92.6	89.9
	C.BOGADO	375120	54.9	111.1	61.7
	S.J.BAUTISTA	371040	115.3	104.9	73.1
1987/88	Promedios	317852	97.1	102.8	89.8
	CONCEPCION	623760	99.6	94.7	86.2
	CAACUPE	622800	101.5	113.1	112.1
	CAAZAPA	396120	98.0	102.4	76.8
	CAAGUAZU	615120	97.5	94.2	117.8
	YBYCUI	362400	101.7	83.1	93.4
	C.BOGADO	381600	101.7	106.3	107.9
3 Campañas	S.J.BAUTISTA	220800	110.9	107.6	120.7
	Promedios	467440	99.7	100.2	100.7
3 Campañas	Promedios	374280	101.7	104.2	98.3

la localidad, entre un 65.7% (C. Bogado, 1986/87) y un 118.3% (Concepción, 1986/87). En las parcelas que corresponden al nivel 2, observamos diferencias extremas en Caacupé (65.4%) en 1986/87 y durante la misma campaña en Concepción (119.1%). En el nivel 3 las mayores diferencias con la parcela-testigo son del 63.2% en C. Bogado en 1986/87 y del 111.1% en Caaguazú en 1987/88. Conviene señalar sin embargo que las diferencias observadas en los rendimientos de las parcelas de un mismo tratamiento no se pueden imputar sólo a las plagas. Es lógico que también las diferencias de fertilidad del suelo influyan mucho en los resultados, sobre todo con el método experimental adoptado. En C. Bogado, por ejemplo, en 1986/87 en el nivel 1 hemos obtenido sólo el 65.7% del rendimiento de la parcela-testigo, con un mayor número de pulverizaciones. En cambio, siempre en el nivel 1 y durante la misma campaña, el rendimiento superó en un 18.3% el de la parcela-testigo, con una sola pulverización. Las observaciones en el terreno muestran además que las diferentes parcelas han sufrido más o menos los mismos daños.

Resulta de la comparación entre los promedios anuales de la totalidad de las localidades que en los niveles 1 y 2 las pérdidas de cosechas más importantes en relación con la parcela-testigo son del 5.1% (1986/87) y del 5.5% (1987/88), respectivamente, mientras que alcanzan el 17.1% (1986/87) en el nivel 3. Por lo tanto, los rendimientos medios de cada campaña muestran que el volumen de algodón en rama cosechado por unidad de superficie tiende a bajar cuando aumentan los umbrales de tratamien-

to. Este fenómeno resulta mejor en los niveles 2 y 3 donde se observa una diferencia total del 6.1% durante las tres campañas. En cambio, la diferencia es sólo del 0.7% entre los niveles 1 y 2.

Por otra parte, las bajas de rendimiento en comparación con el rendimiento de la parcela-testigo, a lo largo de las tres campañas, son superiores al 5% sólo en el caso del nivel 3, en el que alcanzan el 10.6%.

Sin embargo, a pesar de estas variaciones en los rendimientos, el análisis de variancia (cuadro 4) no ha permitido poner en evidencia diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

Al examinar el número de pulverizaciones efectuadas por grupos de umbrales, observamos que en general es inferior a cuatro. Por lo tanto, intervenir en la parcela a partir de umbrales preestablecidos permite, en la mayoría de los casos, reducir la protección fitosanitaria, y es una de las metas que se quiere alcanzar. En el nivel 1, este número es inferior a cuatro en el 57.9% de los casos. En los niveles 2 y 3, las tasas son del 94.7% y del 97.4%, respectivamente. Cabe también mencionar que ciertos años, por un nivel dado, ninguno de los umbrales ha sido alcanzado. A pesar de que ningún tratamiento ha sido efectuado en las parcelas correspondientes, las pérdidas medias de cosechas en relación con las de la parcela-testigo no son superiores a las de las parcelas que han sido tratadas una o varias veces con un insecticida.

Los promedios anuales y generales indican que la disminución del número de pulverizaciones es más sobresaliente en los niveles 2 y 3.

El análisis de variancia (cuadro 4) pone de relieve diferencias significativas en los tratamientos durante los tres años de experimentación. En este caso, los niveles 2 y 3 se distinguen de los demás.

En fin, se procedió a la estimación de los beneficios obtenidos por el agricultor, tomando en cuenta solamente el costo de la protección fitosanitaria.

Los demás costos de producción varían poco de un tratamiento a otro.

Resulta de los resultados presentados en el cuadro 3 que las diferencias observadas entre cada uno de los niveles y la parcela-testigo sólo son realmente importantes en un pequeño número de casos, tanto para las pérdidas como para las ganancias. En los niveles 1, 2 y 3, el número de veces en los que los beneficios, expresados en porcentaje, fueron superiores a los que se obtuvieron en la parcela-testigo son 65,70 y 55, respectivamente. Cabe señalar los buenos resultados obtenidos en todos los niveles, y sobre todo en el nivel 2, aunque el análisis de variancia no ponga en evidencia ninguna diferencia estadísticamente significativa.

CUADRO 4

Resultados del análisis de variancia.

Experi- mento	Rendimientos kg/ha			Número de pulverizaciones			Balances económicos G/ha		
	85/86	86/87	87/88	85/86	86/87	87/88	85/86	86/87	87/88
T	1736	1524	2148	6,0 B	4,0 B	4,0 C	344714	317852	467440
N1	1715	1447	2076	3,2 B	3,2 B	2,7 B	373791	308529	466180
N2	1671	1469	2030	1,7 A	2,1 A	1,5 A	380640	326603	468300
N3	1535	1263	2019	1,1 A	1,5 A	1,2 A	355440	285526	470500
CV	16,2	19,9	12,3	26,6	34,9	39,1	18,3	22,1	31,0
Fb	53,3	7,8	36,7	4,3	4,4	4,0	49,6	6,8	4,2
Ft	1,5	2,1	0,63	99,4*	13,4*	22,7*	0,8	0,9	0,6

(*) * significativo a $P = 1\%$

Discusión y conclusión

Como lo hemos mencionado más arriba, una de las metas que nos hemos propuesto al emprender este estudio consiste en buscar un método de control de las plagas que permita disminuir, o por lo menos racionalizar, el empleo de los insecticidas de síntesis, sin que los ingresos de los agricultores estén afectados.

Al examinar los resultados de las tres primeras campañas de experimentación, vemos que la utilización de los umbrales de intervención que corresponden al nivel 2 permite alcanzar esta meta.

En efecto, los rendimientos obtenidos en el nivel 3 son netamente inferiores a los de la parcela-testigo y de los niveles 1 y 2, por lo menos en los dos primeros años en los que se observa pérdidas de cosecha superiores al 10% con respecto a las parcelas tratadas según el método del calendario. Cabe mencionar que en 1987/88 la presión parasitaria ha sido muy baja durante toda la campaña (MICHEL, 1988), lo cual explica que las diferencias observadas aquel año entre los tratamientos hayan sido atenuadas. Por lo tanto, sólo los niveles 1 y 2 permiten obtener una protección satisfactoria de los cultivos cuando la presión parasitaria es mediana o fuerte. Los umbrales del nivel 3 corresponden, por consiguiente, a poblaciones de plagas demasiado importantes y no permiten asegurar buenas condiciones sanitarias en las plantaciones.

En cuanto a la protección fitosanitaria, los resultados indican que según el lugar y el año, se puede reducir el número de pulverizaciones, e incluso prescindir de ellas, sin que esto ocasione una baja de rendimiento.

La reducción del número de pulverizaciones es más notable en los niveles 2 y 3 en las tres campañas. Sin embargo, como acabamos de mencionarlo, es demasiado alto en el nivel 3 y, a diferencia del nivel 2, no permite mantener la incidencia de las plagas a un nivel aceptable.

En fin, el cálculo de los balances económicos en función del precio de venta del kilo de algodón en rama y del costo de la protección insecticida efectuada muestra que todos los niveles comparados son equivalentes a los de la parcela-testigo, pero pone de relieve los buenos resultados obtenidos en el nivel 2.

En conclusión, se puede utilizar un método de protección de los cultivos basado en los umbrales de intervención dentro del contexto de producción que prevalece actualmente en Paraguay. Se puede utilizar los umbrales correspondientes al nivel 2 experimentado en 1986/87 y en 1987/88, ya que permiten asegurar una protección satisfactoria de los cultivos. Sin embargo, conviene proseguir el tratamiento durante varios años, en condiciones de parasitismo y de medio ambiente más diversificadas, con

A new prospect for cotton pest control in Paraguay: economic thresholds.

B. Michel

Abstract

To date, the cotton pest control policy which was recommended to farmers consisted of using seeds treated with a systemic insecticide to protect the seedlings followed by four predetermined sprayings. However, over the last few years, plant-protection experimentation has been directed towards integrated pest-management. One of the objectives of the research in Paraguay is to find an alternative to the predetermined spraying programme system which would be less normative and more adapted to the pest pressure in the field.

The results presented show that such a protection-strategy, with the above mentioned advantages, is possible if economic thresholds are defined for the main cotton pests: *Alabama argillacea*, *Aphis gossypii*, *Pectinophora gossypiella*, *Heliothis* spp. and *Spodoptera* spp. Moreover, this pest-control strategy makes it possible to significantly reduce the number of applications in most cases, without compromising efficiency, and while ensuring an equivalent protection to that obtained with the predetermined schedule.

KEY WORDS: Paraguay, cotton plant, economic thresholds.